



Estimação pelo método Bayesiano de parâmetros genéticos de peso vivo e características de carcaça em avestruzes

Francisco Rosa¹, Marina Isabel Mateus de Almeida², Fabio Henrique Rigoti²,
Edson Gonçalves de Oliveira³

¹ Mestrando do Departamento de Genética da Universidade Federal do Paraná.

² Departamento de Genética da Universidade Federal do Paraná.

³ Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Paraná.

RESUMO - Com o objetivo de estimar parâmetros genéticos de características de desempenho e carcaça de avestruzes criados comercialmente, foi utilizado o método Bayesiano, por meio do algoritmo amostrador de Gibbs, disponível no programa MTGSAM (Multiple Trait Gibbs Sampling for Animal Models). Foram estimadas as herdabilidades e correlações genéticas para: peso vivo ao nascer (PN); peso vivo corrigido aos 190 dias (P190) e aos 360 dias (P360) de idade; peso vivo pré-abate (PVO); perda de peso durante o transporte e jejum (PTA); peso de carcaça (PCA); e rendimento de carcaça (RCA). As herdabilidades respectivas foram 0,11; 0,12; 0,33; 0,05; 0,04; 0,20; 0,05. Para as correlações, foram encontrados os valores de -0,11 entre rendimento de carcaça e peso ao nascer; 0,84 e 0,68 para peso de carcaça com peso aos 190 dias e peso de carcaça com peso aos 360 dias; 0,61 e 0,33 para rendimento de carcaça com peso aos 190 dias e rendimento de carcaça com peso aos 360 dias. Não é viável selecionar para peso ao nascer ou para rendimento de carcaça como é para peso aos 360 dias de idade e peso de carcaça. A seleção para peso aos 360 dias de idade pode melhorar o peso da carcaça, ao passo que a seleção para peso aos 190 dias pode aumentar o rendimento de carcaça.

Palavras-chave: correlações genéticas, herdabilidade, peso de carcaça, peso vivo, rendimento de carcaça, *Struthio camelus*

Estimation by the Bayesian method of genetic parameters of live weight and carcass traits of ostrich

ABSTRACT - With the objective of estimating genetic parameters of performance and carcass characteristics of commercially reared ostriches in Ourinhos, SP, it was used the Bayesian method, by using Gibbs sampling algorithm, available in the program MTGSAM (Multiple Trait Gibbs Sampling in Animal Models). It was estimated the heritabilities and genetic correlations for: birth live weight (BW), corrected live weight at 190 days (W190) and at 360 days (W360) of age; pre-slaughter live weight (PSW), weight loss during transport and fasting (WLT), carcass weight (CW) and carcass dressing (CD). The respective heritabilities were 0.11, 0.12, 0.33, 0.05, 0.04, 0.20, 0.05. For the correlations, it was found values of -0.11 between carcass dressing and birth live weight, 0.84 and 0.64 for carcass weight with weight at 190 days of age and carcass weight with weight at 360 days. Selection for birth weight or for carcass dressing is not feasible as it is for weight at 360 days of age and carcass weight. The selection for weight at 360 days of age can improve carcass weight whereas selection for weight at 190 days can increase carcass dressing.

Key Words: carcass dressing, carcass weight, genetic correlations, heritability, life weight, *Struthio camelus*

Introdução

O avestruz é uma ave de origem africana, onde são conhecidas comercialmente três subespécies (raças): Black Neck (pescoço preto); Red Neck (pescoço vermelho); e Blue Neck (pescoço azul). A produção comercial no Brasil iniciou-se em meados da década de 1990 e já possui uma enorme perspectiva de crescimento. O interesse nessa atividade decorre do seu grande potencial de exploração, sobretudo para produção de plumas, carne e couro (Suzan & Gameiro, 2007).

O mercado de carne de avestruz vem se fortalecendo pelo aumento na demanda por alimentos saudáveis, uma vez que seus níveis de colesterol são inferiores aos da carne bovina (Cooper & Horbańczuk, 2002). Além disso, o surgimento de novas barreiras sanitárias, causadas pela encefalopatia espongiforme bovina (síndrome da vaca louca), febre aftosa e gripe aviária, tende a prejudicar o mercado de carne vermelha e de frango, levando a uma migração dos consumidores para novas alternativas como fonte de proteína de origem animal (Cloete et al., 2002). O

cenário atual da cadeia produtiva da estruturacultura mudou: a produção de carne responde por 45% da renda ao produtor e a de couro por 50%, enquanto as plumas detêm apenas 5% (Hoffman, 2007).

A estruturacultura ainda é no Brasil e em outros países, uma atividade bastante recente, conseqüentemente, existem poucas informações sobre os valores de variância e dos parâmetros genéticos de suas características de interesse econômico (Pettite & Davis, 1999).

Segundo Medeiros (2005), uma alternativa para análise estatística com aplicação na estimativa dos componentes de covariância utilizada no melhoramento animal é a inferência bayesiana. Com a utilização de técnicas de simulação relativamente simples, mas extremamente poderosas, que puderam ser empregadas graças ao avanço nas capacidades computacionais, procedimentos bayesianos se tornaram mais acessíveis e têm sido empregados em áreas como genética de populações, evolução molecular, mapeamento genético, genética quantitativa e melhoramento genético animal (Winter, 2006).

O objetivo com este trabalho foi estimar herdabilidade e correlações genéticas pelo método bayesiano, utilizando-se o amostrador de Gibbs, para características de desempenho e carcaça de avestruzes criados comercialmente.

Material e Métodos

Os dados de desempenho são oriundos de 700 avestruzes (*Struthio camelus*) nascidos em 2005 e 2006 na fazenda Lagoa da Serra localizada na cidade de Ourinhos, São Paulo, de clima tropical com inverno seco e verão quente e úmido. A fazenda Lagoa da Serra é destinada à produção de avestruzes e tem infraestrutura para todas as fases de criação, com setores de reprodução, incubação, criação de filhotes e engorda. Os animais são todos mestiços, oriundos do cruzamento das raças African Black, Blue Neck e Red Neck. A avaliação genética dos animais foi possível utilizando-se o amostrador de Gibbs, que é mais robusto para poucos dados.

O incubatório fica isolado dos outros setores, a uma distância de 50 m, demarcada por uma cerca, permitindo o acesso somente para as pessoas que trabalham no local. Os ovos foram coletados diariamente – a maior intensidade de postura ocorreu no final da tarde – e levados para o incubatório, onde foram marcados e selecionados na área suja, e, em seguida, transferidos para a área limpa, ficando estocados até o momento da incubação, que se estendeu por um período de 40 dias. Ao final desse período, os ovos foram transferidos da incubadora para o nascedouro e 2 a 3 dias após o nascimento, os filhotes foram transferidos

do setor de incubação para o de cria, onde foram mantidos do terceiro dia aos 120 dias de idade. Nesta fase, receberam ração peletizada pré-inicial, fornecida à vontade e complementada com alfafa picada; e água fresca à vontade. Aos 120 dias, foram transferidos para o setor de crescimento e engorda e alojados em piquetes delimitados por cerca de arame. Neste setor, cada animal recebeu diariamente até o abate, por volta dos 14 meses de idade, de 2,0 a 3,0 kg de uma mistura contendo 30% de ração peletizada e 70% de silagem de milho. Os reprodutores foram alojados em casais (1 fêmea: 1 macho) ou trios (2 fêmeas: 1 macho) em piquetes separados por um corredor de 3,0 m. Para a sincronização do ciclo reprodutivo, foi adotado o manejo de restrição alimentar.

Foram obtidos os pesos ao nascimento (PN), aos 190 dias (P190) e aos 360 dias (P360) de idade. Os animais foram pesados em lotes e, como a taxa de mortalidade foi alta, animais de idades diferentes foram agrupados no mesmo lote. Assim, P190 e P360 precisaram ser corrigidos de modo a reduzir o erro na estimação dos parâmetros. A correção para a idade foi feita considerando o ganho de peso diário (GPD) entre a pesagem anterior e a atual, conforme: $P360 = PA \pm [(IA - 360).GPD]$, em que P360 = peso aos 360 dias corrigido; PA = peso do animal na pesagem atual; IA = idade atual do animal; e GPD = ganho de peso entre a pesagem atual e a anterior.

As aves com idade em torno de 14 meses foram pesadas na fazenda (PFA), e separadas para o abate quando atingiram em média o peso de 101,0 kg e desvio-padrão $\pm 9,34$. O abate foi realizado na cidade de Araçatuba, São Paulo, a cerca de 150 km de Ourinhos, com o transporte dos animais feito durante a noite, em caminhões adaptados para esse fim. No abatedouro, foram mantidos por 24 horas em jejum, com acesso à água e em ambiente limpo.

O abate seguiu os procedimentos humanitários descritos por Lima (2005). As aves foram encapuzadas e levadas para a área de atordoamento, presas pelas asas, e insensibilizadas por eletronarcose na região do occipital, utilizando-se de pinças elétricas com corrente de 1,5 a 2,0 A e tensão de 110 a 120 volts por 30 segundos. Foram, então, pesadas para obtenção do peso vivo pré-abate (PVO) e, após, suspensas pelas pernas e submetidas à sangria por drenagem carotídeo/jugular por 3 minutos. Em seguida, foram retirados os pés, as asas e as plumas de modo a não danificar o couro, subproduto extremamente valioso. Terminados esses procedimentos, foram retirados o couro, a traquéia, o esôfago, o papo, e, finalmente, a gordura abdominal, juntamente com o esterno, utilizando-se serra mecânica, no sentido torácico/abdominal. Os órgãos internos foram também removidos e separados. A carcaça foi, então, lavada com água a 80 °C, para eliminação de todos os restos de sangue, sacos aéreos

e vísceras, assegurando-se a qualidade microbiológica da carne. As carcaças quentes foram pesadas (PCA) antes de entrarem na câmara fria, onde foram resfriadas por 24 horas a 4 °C. O rendimento de carcaça (RCA) foi calculado pela seguinte relação: $RCA = (PCA/PVO) \times 100$, em que: RCA = rendimento de carcaça; PCA = peso da carcaça quente; e PVO = peso vivo pré-abate. Para estabelecer os parâmetros genéticos da perda de peso causada pelo estresse do transporte e jejum pré-abate, foi calculada a porcentagem de perda de peso durante o transporte e jejum (PTA): $PTA = (PFA - PVO)/PVO$, em que: PTA = perda de peso durante o transporte e jejum; PFA = peso vivo antes do transporte; PVO = peso vivo pré-abate. Para estas variáveis (PTA, PFA e PVO), não foi realizada a correção para a diferença na idade dos animais, pois PTA é obtido pela diferença entre PFA e PVO dividido pelo próprio PVO, que é utilizado para calcular o rendimento de carcaça (RCA). Qualquer correção sobre alguma dessas características poderia gerar erros cumulativos.

Foram formados grupos de contemporâneos com base na verificação da significância (teste F; $p < 0,05$) dos efeitos fixos: sexo; ano do ciclo de postura e mês dentro do ciclo; e, para as características de carcaça, todos os efeitos anteriores mais o ano de abate e mês dentro do ano de abate. Esses grupos foram formados comparando-se os meses de nascimento para todas as características em análise de variância (ANOVA) com um critério, seguida do teste de Tukey ($p < 0,05$), utilizando-se o programa estatístico BioEstat 4,0 (Ayres et al., 2003).

As estimativas dos componentes de covariância, herdabilidades e correlações genéticas das características de desempenho e carcaça foram obtidas pelo método Bayesiano, utilizando o algoritmo amostrador de Gibbs, disponível no programa MTGSAM (Multiple Trait Gibbs Sampling for Animal Models), desenvolvido por Van Tassel & Van Vleck (1996).

Os componentes de covariância foram obtidos para o seguinte modelo animal:

$y = X\beta + Z_1a + Z_2p + e$, matricialmente escrito como:

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 & 0 & 0 \\ 0 & x_2 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & x_i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} z_{11} & 0 & 0 \\ 0 & z_{12} & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & z_{1n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} z_{21} & 0 & 0 \\ 0 & z_{22} & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & z_{2n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ \vdots \\ p_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ e_n \end{bmatrix}$$

em que: y = vetor das observações; X = matriz de incidência dos efeitos fixos contidos no vetor β e relacionados por meio de x ao vetor y , definidos como sexo, idade etc; β = vetor dos efeitos fixos; Z_1 = matriz de incidência dos efeitos aleatórios genéticos; a = vetor dos valores genéticos aditivos dos animais; Z_2 = matriz de incidência dos efeitos

aleatórios genéticos de ambiente materno; p = vetor dos valores genéticos de ambiente materno; e = vetor dos erros aleatórios.

Foram geradas inicialmente cadeias de Gibbs de 2.000.000 de iterações com descarte inicial de 100.000 iterações para o período de aquecimento da cadeia (*burn-in*), visando minimizar os efeitos dos valores obtidos inicialmente. Foi considerado um intervalo de retirada de amostras a cada 10.000 ciclos, o que resultou em 190 amostras dos componentes de covariância. A convergência das cadeias geradas pelo amostrador de Gibbs foi monitorada por meio de análise gráfica usando os testes de diagnóstico de Heidelberger & Welch, disponíveis no pacote CODA (Convergence Diagnosis and Output Analysis) do programa R.

Resultados e Discussão

As estimativas de herdabilidade das características de desempenho diminuíram com a idade do animal (Tabela 1), uma vez que, com o passar do tempo, o peso do animal se torna menos influenciado por fatores maternos, como a espessura da casca e as qualidades nutricionais do ovo, tornando-se mais dependente do próprio genótipo do animal, o que é corroborado pelo decréscimo nas estimativas do efeito de ambiente materno do nascimento aos 190 dias de idade. Rigoti (2008) utilizando, a mesma metodologia para a determinação de parâmetros genéticos de avestruzes da raça African Black de zero a 400 dias de idade, encontrou nos seus resultados valores semelhantes para o efeito de ambiente materno que diminuiu para valores abaixo de 0,017 a partir dos 200 dias de idade. O aumento observado aos 360 dias foi semelhante ao encontrado na África do Sul por Bunter & Cloete (2004) trabalhando com avestruzes de 0 a 14 meses oriundos de cruzamento comercial com gerações anteriores já submetidas à seleção, que observaram um

Tabela 1 - Mediana das estimativas de herdabilidade, correlações genéticas com peso e rendimento de carcaça e a variância do efeito de ambiente materno (σ_p^2) para as características de peso vivo e carcaça de avestruzes

Característica	Herdabilidade	Correlação genética		σ_p^2
		PCA	RCA	
PN	0,11	0	- 0,11	0,18
P190	0,12	0,84	0,61	0,03
P360	0,33	0,68	0,33	0,07
PFA	0,04	-	-	-
PVO	0,05	-	-	-
PTA	0,04	-	-	-
PCA	0,20	-	-	-
RCA	0,05	-	-	-

PN – peso ao nascimento; P190 – peso aos 190 dias corrigido; P360 – peso aos 360 dias corrigido; PFA – peso na fazenda antes do transporte para o abate; PVO – peso vivo pré-abate; PTA – porcentagem de perda de peso durante o transporte e jejum; PCA – peso de carcaça; RCA – rendimento de carcaça.

aumento do efeito materno aos 10 meses de idade. Esse fato sugere uma investigação direcionada para esse parâmetro, pois ainda não há justificativa coerente para o aumento verificado nesse trabalho e nos da literatura.

A herdabilidade estimada para peso ao nascimento (0,11) foi inferior às herdabilidades estimadas por Bunter & Cloete (2004), de 0,15, e por Rigoti (2008), de 0,14. Para peso aos 190 dias corrigido a estimativa de herdabilidade foi semelhante à estimativa obtida para o peso ao nascimento, mas inferior ao valor de 0,24 encontrado por Rigoti (2008) para o peso corrigido aos 200 dias. O menor valor encontrado para a estimativa de herdabilidade ao redor dos 190 dias pode ser justificado pelas diferenças de constituição genética das populações estudadas. A estimativa de herdabilidade de P360 (0,33), valor maior comparada às dos pesos nas demais idades, indica a capacidade de resposta à seleção. Este valor foi superior aos descritos por Bunter & Graser (2000) e Rigoti (2008), que justificaram os baixos valores que encontraram pela restrição alimentar imposta aos animais depois dos 200 dias, manejo que não foi aplicado aos animais avaliados neste trabalho.

Para as características PFA, PVO e PTA foram estimados valores baixos de herdabilidade, provavelmente devido à impossibilidade de correção na idade de abate dos animais para essas características. O fato de as aves não terem sido exatamente da mesma idade no momento do abate aumentou a variação residual, diminuindo, conseqüentemente, as estimativas de herdabilidade. As herdabilidades obtidas para PFA, PVO e PTA não asseguram resposta rápida à seleção, portanto, tais características não devem ser utilizadas como critério de seleção num programa de melhoramento. A baixa magnitude da herdabilidade para percentagem de perda de peso durante o transporte e jejum (PTA) indica também que essa característica é muito influenciada por fatores ambientais externos, de modo que técnicas de manejo adequadas poderão garantir menores perdas nesse período.

A estimativa de herdabilidade (0,20) para PCA indica algum potencial de resposta à seleção. Porém, as estimativas deste parâmetro para RCA e PVO foram bastante inferiores, provavelmente em função da falta de padronização na idade de abate dos animais. No ciclo natural de crescimento, a deposição de massa muscular cessa na idade adulta, aumentando a deposição de gordura como reserva de energia. Dessa forma, animais mais velhos tendem a possuir maior quantidade de gordura em relação ao seu peso total. Durante o abate boa parte da gordura foi retirada, o que gerou uma diferença significativa no cálculo do rendimento de carcaça (RCA). Dessa forma, quanto maior a quantidade de gordura depositada maior o peso vivo (PVO) do animal, mas menor o seu rendimento de carcaça.

A correlação genética nula entre peso ao nascimento e peso de carcaça ao abate sugere que a seleção para peso ao nascimento não acarretará em nenhuma mudança de peso de carcaça ao abate. Já a correlação negativa (-0,11) entre peso ao nascimento e rendimento de carcaça indica que o aumento de peso ao nascimento provocará redução em rendimento de carcaça. As correlações baixas ou negativas encontradas provavelmente decorrem do efeito de ambiente materno relevante (0,18) sobre o peso ao nascimento, ou seja, nesta idade boa parte da variância fenotípica encontrada nessa característica é explicada por fatores intrínsecos às matrizes.

O peso aos 190 dias apresentou altas correlações genéticas com as características de carcaça, as quais decresceram com a idade do animal, assim, P360 teve correlação alta (0,68) e moderada (0,33) com peso e rendimento de carcaça, respectivamente. Ou seja, os animais mais pesados aos 190 dias apresentarão maior rendimento de carcaça no momento do abate que ocorre acima dos 360 dias. O decréscimo estimado na correlação de peso aos 360 dias com rendimento de carcaça deve-se, principalmente, ao aumento da deposição de gordura, que como já citado, é proporcional ao aumento da idade, ou seja, quanto mais velho o animal maior é a quantidade de gordura depositada no abdômen. Portanto, animais mais velhos tem maior capacidade de deposição de gordura e conseqüentemente menores rendimentos de carcaça. O rendimento de carcaça não deve ser usado como critério de seleção, pois sua herdabilidade foi muito baixa. Todavia, a correlação genética mediana com peso aos 360 dias indica que a seleção direta para peso nesta idade terá reflexos no rendimento de carcaça, permitindo a seleção precoce de reprodutores visando à melhoria das características de abate. Apesar das correlações genéticas terem sido maiores entre peso aos 190 dias e as características de abate que entre peso aos 360 dias e essas características, a herdabilidade (0,12) de peso aos 190 dias não assegura ganho genético satisfatório. Com isso a seleção para peso aos 190 dias é indicada apenas para o manejo de descarte de animais com peso muito abaixo do preconizado nesta idade, reduzindo os custos com a manutenção de animais que não apresentarão peso mínimo à idade de abate. Já a seleção de reprodutores terá mais sucesso se for praticada em peso aos 360 dias.

Como a estimativa de correlações genéticas entre características de carcaça é rara ou inexistente em avestruzes, não foi possível a comparação com outros autores. No entanto, em frangos, os resultados encontrados por Wang et al. (1991), Argentão et al. (2002) e Gaya et al. (2006) indicam forte associação entre o peso vivo e o peso de carcaça, variando de 0,85 a 0,97.

Conclusões

Não é viável fazer seleção para o peso ao nascer com o intuito de melhorar as características de abate. O peso aos 360 dias de idade tem média herdabilidade, enquanto peso de carcaça, baixa herdabilidade, o que possibilita resposta à seleção fenotípica para o primeiro e à seleção de irmãos ou teste de progênie para o segundo. A influência genética sobre a perda de peso dos animais durante o transporte e o jejum pré-abate, bem como sobre o rendimento de carcaça, é muito baixa ou não existe. Há alta correlação genética do peso aos 190 e aos 360 dias de idade com o peso da carcaça; e do peso aos 190 dias de idade com o rendimento de carcaça.

Agradecimentos

À empresa Avestro S/A pelos dados fornecidos para a realização deste trabalho e à Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Referências

- ARGENTÃO, C. Genetic and phenotypic parameters of growth and carcass traits of a male line of broilers raised in tropical conditions. In: CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 7., 2002, Montpellier. **Proceedings...** Montpellier: Castanet – Tolosan: Organizing committee WCGALP, 2002. v.30, p.333-336.
- AYRES, M.; AYRES JUNIOR, M.; AYRES, D.L. et al. **BioEstat 4.0** - Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Biológicas e Médicas, Ministério da Ciência e Tecnologia. CNPq. Belém, 2003. 324p.
- BUNTER, K.L.; CLOETE, S.W.P. Genetic parameters for egg, chick and live weight traits recorded in farmed ostriches (*Struthio camelus*). **Livestock Production Science**, v.91, p.9-22, 2004.
- BUNTER, K.L.; GRASER, H.U. **Genetic evaluation for Australian ostriches**. Rural Industries Research and Development Corporation. Armidale: NSW, 2000. 111p. (Publication, 153).
- CLOETE, S.W.P.; BUNTER, K.L.; SCHALKWYK, S.J.V. Progress towards a scientific breeding strategy for ostriches. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 7., 2002, Montpellier. **Proceedings...** Montpellier: 2002. (CD-ROM).
- CLOETE, S.W.P.; BUNTER, K.L.; LAMBRECHTS, H. et al. Variance components for live weight, body measurements and reproductive traits of pair-mated ostrich females. **British Poultry Science**, v.47, p.147-158, 2006.
- COOPER, R.G.; HORBAŃCZUK, J.O. Anatomical and physiological characteristics of ostrich (*Struthio camelus* var. domesticus) meat determine its nutritional importance for man. **Animal Science Journal**, v.73, p.167-173, 2002.
- GAYA, L.G.; FERRAZ, J.B.S.; REZENDE, F.M. et al. Heritability and genetic correlation estimate for performance and carcass and body composition traits in a male broiler line. **Poultry Science**, v.85, p.837-843, 2006.
- HOFFMAN, L.C.; BRAND, M.; MULLER M. et al. Carcass and muscle yields of ostriches as influenced by genotype. **South African Journal of Animal Science**, v.4, n.37, p.256-260, 2007.
- LIMA, D.L. Abate humanitário de avestruz e rendimento de carcaça. In: AMERICAVESTRUZ, 2005, Salvador. **Anais...** Salvador: [2005]. (CD-ROM).
- MEDEIROS, B.R. **Parâmetros genéticos de características de desempenho e de carcaça de javalis (*Sus scrofa* sp) criados em cativeiro, obtidos por inferência Bayesiana**. 2005. 54f. Dissertação (Mestrado em Genética) - Setor de Ciências Biológicas/Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- PETITTE, J.N.; DAVIS, G. Breeding and genetics. In: DEEMING, D.C. (Ed.) **The ostrich: biology, production and health**. Wallingford: CABI Publishing, 1999. p.275-292.
- RIGOTI, F.H. **Estimativa pelo método Bayesiano de herdabilidade e correlações genéticas de peso vivo em diferentes idades de avestruzes (*Struthio camelus*) para abate**. 2008. 63f. Dissertação (Mestrado em Genética) – Setor de Ciências Biológicas/Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- SUZAN, E.; GAMEIRO, A.H. Perspectivas e desafios do sistema agroindustrial do avestruz no Brasil. **Informações Econômicas**, v.37, n.10, p.44-59, 2007.
- VAN TASSEL, C.P.; VAN VLECK, L.D. Multiple-trait Gibbs sampler for animal models: flexible programs for bayesian and likelihood based (co)variance component inference. **Journal of Animal Science**, v.74, p.2586-2597, 1996.
- WANG, L.; MCMILLAN I.; CHAMBERS, J.R. Genetic correlations among growth, feed and carcass traits of broiler sire and dam populations. **Poultry Science**, v.70, p.719-725, 1991.
- WINTER, E.M.W.; ALMEIDA, M.I.M.; OLIVEIRA, E.G. et al. Aplicação do método Bayesiano na estimação de correlações genéticas e fenotípicas de peso em codornas de corte em várias idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1684-1690, 2006.